

2. 2) Маршалл А. Принципы политической экономии.-М.: Прогресс, 1983 – 416. Т. 1. С. 135-136.
3. 3) Маркс К. Г. Капитал. Критика политической экономии.-М.: Эксмо, 1867 – 900. Т. 1.
4. 4) Маркс К. Г. Капитал. Критика политической экономии.-М.: Эксмо, 1885 – 643. Т. 2.
5. 4) Электронная онлайн библиотека: История экономической мысли и экономическая история // banauka.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://banauka.ru/>. Дата доступа: 30.11.2012
6. 5) Экономика. Знания здесь!: Экономика // topknowledge.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.topknowledge.ru/>. Дата доступа: 30.11.2012
7. 6) Борисов Е.Ф. Хрестоматия по экономической теории.-М.: Юристъ, 2000 – 536.

Экономическая теория катастроф

Цеханович А.

Что такое теория катастроф? Теория катастроф изучает изменения, которым подвержена определенная система во времени. Она анализирует определенные закономерности и механизмы, которые обуславливают переход от одного состояния системы к другому, а также исследует причины, влияющие на скачкообразные переходы, разрывы и качественные изменения. Термин «теория катастроф» был введен Рене Томом и Кристофером Зиманом в конце 1960-х — начале 1970-х годов. В то время утверждалось, что новая наука — теория катастроф для человечества гораздо важнее и ценнее, чем математический анализ, т.к. она изучает универсальный метод всех скачкообразных переходов, в то время как математический анализ способен исследовать лишь плавные и непрерывные процессы. Необходимо отметить, что "катастрофами" в математике называются скачкообразные изменения, возникающие в виде внезапного ответа системы на плавное изменение внешних условий. [2]

Вскоре после появления нового термина, были сделаны многочисленные попытки применить теорию катастроф в различных областях: физике, экспериментальной психологии, лингвистике, прикладной математике, геологии, гидродинамике, экономике. С помощью теории катастроф моделировали деятельность мозга, исследовали устойчивость кораблей, восстания заключенных в тюрьмах, поведение биржевых игроков, влияние алкоголя на водителей и так далее. Теория катастроф очень быстро стала популярной и модной. Однако вскоре страсти улеглись, и все стало на свои законные места.

«Математическая теория катастроф сама по себе не предотвращает катастрофы, подобно тому, как таблица умножения, при всей ее полезности для бухгалтерского учета, не спасает ни от хищений отдельных лиц, ни от неразумной организации экономики в целом», - писал в книге «Теория катастроф» российский математик Владимир Игоревич Арнольд. Таким образом, математические модели

катастроф указывают некоторые общие черты самых разных явлений скачкообразного изменения режима системы в ответ на плавное изменение внешних условий, например, устойчивый установившийся режим (экономический или экологический) обычно погибает, либо столкнувшись с неустойчивым (причем в момент столкновения скорость конвергенции бесконечно велика), либо вследствие нарастания (опять бесконечно быстрого) самоподдерживающихся колебаний. Это объясняет, почему так трудно бороться с катастрофой, когда ее признаки сделались уже заметными: скорость ее приближения неограниченно возрастает по мере приближения к катастрофе. [2]

Для того чтобы понять, как теорию катастроф можно применять в социально-экономической сфере, необходимо изучить ее теоретические аспекты. Как было сказано ранее, объект теории катастроф – скачкообразные переходы систем из одного состояния в другое, разрывы в плавных процессах, а также качественные изменения поведения систем. Источниками теории катастроф являются: теория гладких отображений Уитни и теория бифуркаций динамических систем Пуанкаре и Андронова, с которыми мы познакомимся чуть позже.

Попробуем рассмотреть теорию катастроф в рамках экономической системы. Итак, экономическая система - совокупность взаимосвязанных между собой экономических элементов, образующих устойчивую целостность. Экономическая система – ступенчатая, многоуровневая система, и любая неопределенность, случайность во входных параметрах в нижних уровнях приводит к неопределенностям и случайностям в выходных параметрах подсистем более высокого порядка и системы в целом. Можно предположить, что такая система содержит катастрофу. Ю.К. Алексеев и А.П. Сухоруков рассматривают существенные признаки катастроф в экономической системе: [1]

- модальность – свойство объекта системы, которое заключается в том, что при некотором значении управляющих параметров возможны несколько положений равновесия системы (несколько мод);
- недостижимость – в системе одно из положений равновесия не достигается и не наблюдается;
- катастрофические скачки – скачкообразный переход системы из одного положения равновесия в другое;
- гистерезис – переход системы из одного состояния в другое и обратно при разных значениях управляющих параметров;
- расходимость – малое изменение пути в пространстве параметров приводит к качественно отличному конечному состоянию системы.

Основной задачей экономической системы является оптимизация, т.е. максимизация функции прибыли или минимизация функции издержек. В данном случае, для решения задачи оптимизации, наиболее применимой может оказаться теория особенностей Уитни. Что представляет собой данная теория и как она может применяться в исследовании экономических явлений? Итак, теория особенностей

Уитни – это обобщение исследования функций на максимум и минимум. В 1955 г. американский математик Хасслер Уитни опубликовал работу «Об отображениях плоскости на плоскость», которая заложила основу новой математической теории – теории особенностей гладких отображений, а вместе с ней и теории катастроф. Отображение поверхности на плоскость – это сопоставление каждой точке поверхности точки плоскости. Уитни заметил, что в случаях «общего положения», то есть во всех случаях, кроме некоторых исключительных, встречаются особенности лишь двух видов – все другие разрушаются при малом «шевелении» тел или направлений проектирования, тогда как эти два вида особенностей устойчивы и сохраняются при малых деформациях отображения. Одна из таких особенностей – складка, вторую особенность Уитни назвал сборкой. [2]

Для того, чтобы лучше понять эти простейшие типы катастроф, рассмотрим простые и очень популярные примеры с лыжником. Представьте лыжника, спускающегося с горы. Гора пологая, лыжник едет спокойно. Он не видит, что у него впереди опасность – навис снежный козырек. Доехав до козырька, лыжник, понятно, сваливается с высоты, барахтается в снегу и начинает как-то выкарабкиваться из снежной массы, насколько хватает сил. Вот это называется простейшей катастрофой типа «складки». Если рассмотреть того же лыжника, тот же снежный козырек, но другой характер снежного склона, то мы получим представление катастрофы «сборка». Снежный козырек образовался в данном месте, а вот здесь, сбоку, этот козырек постепенно и плавно сходит на нет. Таким образом, если знать заранее про опасный козырек, лыжник мог бы повернуть, объехать опасность, спокойно перейти в то же самое конечное состояние, но уже без всякого падения, так, как это и полагается настоящему, опытному горнолыжнику. [7]

Рене Том пытался объяснить, что гладкость поверхности не гарантирует, что при плавном изменении одной переменной, все другие тоже меняются плавно. Лыжник, подъезжающий к обрыву, движется по достаточно гладкой поверхности, и одна из его пространственных координат изменяется достаточно гладко. Тем не менее, за обрывом одна из оставшихся координат должна измениться скачком – иначе лыжник оторвется от поверхности. [9]

Очень популярным было исследование нарушений тюремного режима с помощью теории катастроф. Постон и Стюарт с ее помощью исследовали динамику нарушений режима в тюрьме Гартри в течение 1972 г.

Авторы выделили два основных фактора, влияющих на беспорядки: напряженность, а именно чувство разочарования и безысходности; разобщенность (отсутствие общения и взаимное отчуждение). Анализ показал, что с ростом напряженности повышается вероятность волнений, а увеличение разобщенности связано с характером волнений – они становятся более внезапными и яростными. Авторы полагают, что динамика данной системы соответствует модели катастрофы "сборка". Из рис. 4 видно, что при низких значениях разобщенности система стремится к устойчивому положению умеренного волнения, но при высоком уровне

разобщенности она меняет свое положение скачком с нижнего листа на верхний и обратно.[6]

Теперь рассмотрим, как можно использовать модель катастрофы «сборка» для принятия решения фирмы о внедрении конкретного новшества. Предположим, что инновация принимается фирмой, если оценка прибыли, полученной от внедрения новшества, высокая, и отвергается при низкой оценке прибыли. Новинка может быть как отвергнута, так и принята в том случае, если оценка прибыли принимает промежуточное значение. В этом случае фирме необходимо владеть дополнительной информацией о новинке с той целью, чтобы точнее оценить будущую прибыль. Для решения этой задачи Т. Олива предлагает использовать модель катастрофы "сборка"

Как утверждалось ранее, в любой системе, на которую действуют различные внутренние и внешние факторы, происходят не только плавные, но и резкие, скачкообразные изменения. Экономическая система долгое время не может находиться в равновесии, т.к. она подвержена влиянию различных факторов, вследствие чего могут возникнуть неравновесные состояния (колебания), это значит, что система может стать неустойчивой. Эволюционный процесс любой системы математически описывается векторным полем в фазовом пространстве. Точка фазового пространства задает состояние системы. Приложенный в этой точке вектор указывает скорость изменения состояния системы. В некоторых точках вектор может равняться нулю. Такие точки называются положениями равновесия, в них состояние системы во времени не изменяется.

Можно ли предвидеть, спрогнозировать, уберечься от различного рода катастроф с помощью данной теории? Возьмем, к примеру, такую катастрофу, которая часто случается в экономической системе, как финансовый кризис. Рассмотрим экономический кризис 1998 г. в России, когда случился обвал российского рубля. На тот момент газеты и журналы не сообщали истинных причин девальвации рубля, даже специалисты ничего не могли объяснить широкой публике. В данном случае теория катастроф может классифицировать и разобрать этот случай. До августа 1998 года рубль был явно завышен по отношению к доллару, т.е. он обязан был упасть. До кризиса доллар стоил 4 рубля с чем-то, вскоре он стал стоить 6 и 7 рублей, что на тот момент уже означало начало кризиса. Правительство принимало все меры, чтобы затормозить доллар, чтобы удержать его на уровне порядка 6 рублей. Однако, как показывал экономический анализ, в то время доллар как раз и должен был стоить 7-8 рублей. Вскоре наступил критический момент, и доллар подскочил до 20, потом до 30 рублей, потом снова упал до 15 рублей и, в конце концов, установился на уровне 20 рублей, но затем постепенно начал расти. Это была рублевая лихорадка. [7]

Ученые утверждают, что надо было построить математическую модель катастроф, с помощью которой можно было заменить один вариант катастрофы на другой, более мягкий. За полгода до кризиса необходимо было поднимать доллар,

тогда не надо было идти на дефолт, следовательно, можно было избежать «лихорадки» рубля, хаоса. Эту ситуацию математики и экономисты попытались объяснить с помощью катастрофы типа «сборки». Если рассматривать популярный пример с лыжником, то при катастрофе «сборка», «лыжник с трудом выбирается из сугроба», в то время как при мягком варианте развития событий, он вообще не падает. Естественно, данная модель не позволяет ответить на все вопросы и спрогнозировать с точностью катастрофу. Рубль упал бы в любом случае, однако это падение могло быть мягче и не таким катастрофичным. [7]

Что происходит с любой системой, когда изменяются ее определенные параметры или происходит смена установившегося режима, если считать, что положение равновесия – это установившийся режим в реальной системе? Наблюдаются следующие явления, в том числе и в экономической системе:

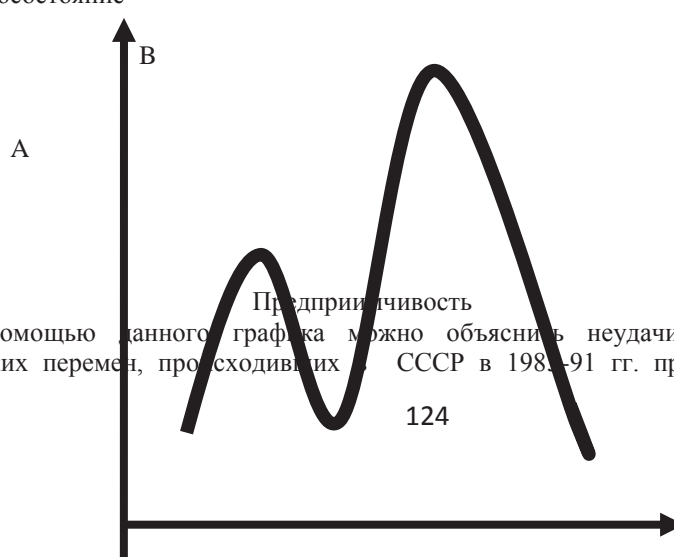
➤ После потери устойчивого равновесия установившимся режимом начинается колебательный периодический режим. Данный вид потери устойчивости называется мягкой потерей устойчивости;

➤ Перед тем как установившийся режим теряет устойчивость, область притяжения этого режима становится очень малой, и всегда присутствующие случайные возмущения выбрасывают систему из этой области еще до того, как область притяжения полностью исчезает. Этот вид потери устойчивости называется жесткой потерей устойчивости. В этом случае система уходит из стационарного режима скачком и перескакивает на иной режим движения;

Установившийся режим может быть другим устойчивым стационарным режимом, или устойчивыми колебаниями, или более сложным движением. Такие режимы движения получили название аттракторов, так как они "притягивают" соседние режимы (переходные процессы).

Многие страны СССР столкнулись с трудностями перехода от административной экономики к рыночной экономике. Что происходит во время перестройки существующей системы на новый уровень и как в данном случае можно использовать теорию катастроф?

Благополучение



С помощью данного графика можно объяснить неудачи экономико-политических перемен, происходивших в СССР в 1988-91 гг. при Горбачеве.

Арнольд предложил построить график, на котором изображена «двугорбая прямая», где низкий горб (точка А) условно назван «административной экономикой», а тот, который повыше (точка В) – «рыночной экономикой». В то время были предприняты меры по переходу, быстрому переходу страны из социализма с его малой предприимчивостью и низким средним благосостоянием населения страны в капитализм, в рыночную экономику, с более высоким благосостоянием и предприимчивостью. Однако, как утверждали математики, основываясь на теорию катастроф и теорию перестроек, данный путь перехода не мог обойтись без жертв и потерь. Трудность этого процесса состоит в том, что для того, чтобы попасть в точку «рыночная экономика», необходимо провалиться в глубокий ров, который соединяет «административную экономику» с «рыночной». Это означает, что постепенное движение к лучшему приводит к ухудшению, при этом скорость ухудшения при равномерном движении к лучшему увеличивается. Растет и сопротивление системы ее изменению. Причем, максимум сопротивления достигается раньше, чем достигается самое плохое состояние на кривой. Когда общество достигает «дна», скатываться вниз уже невозможно. Следовательно, сопротивление процессу перестройки начинает постепенно падать, и теперь система начинает, как бы, притягиваться к лучшему состоянию. Здесь очень важно отметить, что слабо развитая система может перейти в лучшее состояние почти без предварительного ухудшения, в то время как развитая система на такое постепенное улучшение неспособна, в связи с тем, что такая система является устойчивой. Если систему удастся перестроить из плохого состояния в хорошее достаточно быстро, скачком, то далее она сама будет эволюционировать в сторону хорошего состояния. [2]

Математики утверждают, что это и есть объективные законы функционирования сложных нелинейных систем. Эти законы надо знать, и соблюдать во время разного рода перестроек, переходов, качественных изменений и нельзя игнорировать, подобно тому, как нельзя игнорировать законы природы и общества (будь то закон тяготения или закон стоимости).

В теории катастроф существует ещё один важный подход к исследованию скачкообразных переходов, изменений параметров любой системы, в том числе и экономической. Этот метод заключается в изучении наличия у гладкой вещественной функции критических точек, в которых производная обращается в нуль. Критическими являются точки, в которых график функции имеет горизонтальную касательную. Необходимо отметить, что классификация критических точек в математической теории катастроф является одним из главных ее источников. [5]

Обратимся к экономической системе. Под влиянием различных факторов экономическая система находится в устойчивом равновесии, если функция потенциала имеет строгий локальный минимум. При превышении определенных значений этих факторов система будет плавно изменять свое состояние, если критическая точка невырождена (невырожденная критическая точка является

изолированной; критическая точка называется изолированной, если найдется такая ее окрестность, в которой нет других критических точек). При некотором увеличении нагрузки критическая точка вырождается, вырожденная критическая точка как структурно-неустойчивая распадается на невырожденные или исчезает. При этом система скачкообразно переходит в новое состояние, характеризующееся потерей устойчивости, разрушениями. [2]

Многочисленные особенности, бифуркации (раздвоение, разветвление) и катастрофы (скачки) возникают во всех задачах о нахождении экстремумов, задачах оптимизации, управления и принятия решений. Из этого следует, что математическую теорию катастроф можно применять в исследовании экономической системы, т.к. ее основной задачей является оптимизация - максимизация функции прибыли или минимизация функции издержек. Однако при всей ее полезности и ценности, необходимо помнить, что она не всемогуща, она не способна предотвратить катастрофы. Тем более современная экономика представляет собой сложную систему, внезапные изменения которой не поддаются никакому анализу и предсказанию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев, Ю.К., Сухоруков, А.П. Введение в теорию катастроф / Ю.К. Алексеев, А.П. Сухоруков – М.: «Издательство МГУ», 2000 г. – 173 с.
2. Арнольд, В.И. Теория катастроф / В.И. Арнольд – М.: «Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит.», 1990 г. – 128 с.
3. Басовский, Л.Е. Прогнозирование и планирование в условиях рынка. Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2001г.
4. Баюк, Д. Глобальный кризис и его модель / Д. Баюк // “Вокруг света” . – 2009 г.
5. Острейковский, В.А. Анализ устойчивости и управляемости динамических систем методами теории катастроф / В.А. Острейковский – М.: «Высшая школа», 2005 г. – 326 с.
6. Постон, Т., Стюарт, Я. Теория катастроф и её приложения / Т. Постон, Я. Стюарт - М.: «Мир», 1980г. – 608 с.
7. Чирков, Ю. Математика: теория катастроф / Ю. Чирков // Журнал “Национальная безопасность” . – 2011 г.
8. Теория катастроф // Свободная энциклопедия Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Теория_катастроф . – Дата доступа: 22. 11. 2012.
9. Том Рене // Свободная энциклопедия Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Том_Рене . – Дата доступа: 01. 12. 2012.

Сравнительный анализ теорий кривых Филлипса

Шабанова М.

Среди множества макроэкономических показателей в центре внимания финансовых аналитиков, политиков и всех остальных людей всегда находятся два